

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Agricultura Protegida
Clave de la asignatura:	SAD-2206
SATCA¹:	2-3-5
Carrera:	Ingeniería en Agronomía

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>La agricultura protegida es un sistema de producción realizado bajo diversas estructuras (microtúnel, túnel, malla sombra, bioespacio e invernadero) para proteger cultivos de importancia económica (tomate, pepino, pimiento, frutillas y ornamentales) al minimizar las restricciones y efectos que imponen los fenómenos climáticos.</p> <p>En México existen 6 millones de hectáreas de riego y más de 15 millones de hectáreas de temporal, por lo tanto la frontera productiva está muy limitada y los sistemas tradicionales de producción no alcanzan a cosechar lo que este país necesita de alimentos.</p> <p>Bajo este sistema intensivo y especializado, los productores logran productos de excelente calidad, en cualquier época del año, sin daños por factores climáticos y mucho menos por plagas y enfermedades así como la optimización de fertilizantes y agua. Entre otras ventajas, permite el desarrollo de cultivos agrícolas fuera de su ciclo natural y en menor tiempo, se enfrenta con éxito a plagas y enfermedades, con mejores rendimientos en menor espacio, sanos y con un mejor precio en los mercados. Generando, evidentemente un mejor ingreso para los productores. Por lo anterior, se presenta como una excelente opción para paliar los efectos del cambio climático y cambios en el uso del suelo y reducción del área agrícola.</p> <p>Ésta asignatura proporciona al estudiante las bases teóricas y entrenamiento práctico para diseñar sistemas intensivos de producción rentable en Agricultura Protegida permitiendo incrementar la producción de calidad a través de una actitud emprendedora, responsable, de trabajo en equipo y respeto al medio ambiente. Se pretende también</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

desarrollar competencias y habilidades para la implementación de sistemas de producción protegidos, en regiones donde se tienen limitantes impuestas por el entorno natural y las relacionadas con la problemática social. Las diferentes técnicas aplicables de la Agricultura protegida, permitirán al alumno hacer un uso racional de los recursos, incluso reciclando los mismos, así como la implementación de energías alternativas, de esta forma se favorecen la optimización del uso de los recursos, agua, suelo, control de factores climáticos e insumos, que incrementan la producción y productividad agrícola.

En relación con otras asignaturas de la especialidad de 'Innovación Agrícola Sustentable', las competencias específicas de la asignatura de Agricultura Protegida están relacionadas y se complementan con las siguientes asignaturas: Agroclimatología en la cuál el alumno relaciona los factores y elementos del clima con la producción agrícola desde un enfoque sustentable. En la asignatura Entomología, se relaciona con la identificación de insectos plaga mediante características morfológicas, así como las medidas más adecuadas de control a utilizar en los cultivos hortícolas y flores. Con respecto a la asignatura de Fitopatología se relaciona al identificar el agente causal – ambiente cultivo y conocer las herramientas para la toma de decisiones en el uso de técnicas y estrategias dentro de un manejo integrado. Destacan también las asignaturas básicas para la aplicación en Agricultura Protegida; Fisiología Vegetal y Nutrición Vegetal, cuyas competencias específicas a desarrollar es conocer y describir interacciones nutrientes- planta- ambiente y cómo regulan sus ciclos, y los efectos que tienen en la producción de hortalizas y flores.

Intención didáctica

El temario se encuentra organizado en siete unidades: 1. Generalidades de la Agricultura Protegida. 2. Niveles tecnológicos de protección de cultivos. 3. Manejo de las condiciones ambientales de cultivos protegidos de importancia económica. 4. Nutrición de cultivos y Fertirrigación. 5. Sistemas de cultivo sin suelo. 6. Manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivo protegido, y 7. Inocuidad alimentaria y postcosecha. Para el alcance de las competencias genéricas del programa el estudiante realizará búsqueda actualizada relativa a los diversos procesos para la producción. Deberá reforzar su capacidad de selección, síntesis de los temas, así como el desarrollo de habilidades que le permitan el diseño de prototipos para una producción sostenida y sustentable haciendo uso de los insumos con que cuenta la región. Esta asignatura contribuye de manera significativa al curso de agricultura protegida, agricultura tradicional y convencional, manejo integrado de plagas.

El enfoque sugerido para la asignatura requiere que las actividades prácticas tanto de laboratorio como de campo promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la

intención de generar una actividad intelectual compleja, a través de la observación, la reflexión y la discusión; que lleven a la resolución de problemas. En las actividades de aprendizaje sugeridas, principalmente se propone la aplicación de conceptos y tecnologías a partir de experiencias concretas. Se propone abordar artículos científicos para discusión y análisis y hacer visitas a centros de investigación y de transferencia tecnológica que destaquen en la implementación de sistemas intensivos de producción protegida.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, del 16 de agosto al del 2021.	Integrantes de la Academia de la carrera de Ingeniería en Agronomía.	Reunión local de Diseño de asignaturas de la especialidad del programa académico de Ingeniería en Agronomía bajo el modelo para el desarrollo de Competencias Profesionales.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> • Selecciona el tipo, diseño y material más adecuado para la construcción de estructuras para agricultura protegida. • Implementa programas de buenas prácticas agrícolas en la producción de cultivos protegidos. • Mejora la producción mediante la implementación y evaluación de alternativas tecnológicas sustentables. • Diagnostica e interviene en los sistemas de producción protegidos. • Diseña programas de nutrición vegetal en cultivos. • Diseña y ejecuta proyectos técnicos de agricultura protegida. • Implementa un sistema de certificación de calidad y trazabilidad de productos cosechados para mercado nacional. • Determina los requerimientos de personal para atender las diferentes labores del proceso productivo de cultivos protegidos e implementar técnicas para mejorar su desempeño. • Gestiona información técnica y científica, mediante el uso de las herramientas informáticas, para promover la innovación de productos y procesos. • Maneja software para operar sistemas presurizados de fertirriego y sistemas de calentamiento y enfriamiento en un invernadero.

- Actitud emprendedora y capacidad para trabajar en equipo en contextos locales, nacionales e internacionales.
- Responsabilidad profesional y respeto a la legalidad en los sistemas de producción en ambientes protegidos, que eviten el deterioro del medio ambiente.

5. Competencias previas

- Conocimientos de manejo de Recursos Fitogenéticos.
- Conocimientos de Fisiología Vegetal y Nutrición Vegetal.
- Conocimientos de las principales plagas y enfermedades en hortalizas
- Conocimientos básicos de Agroquímica.
- Manejo del diccionario de especialidades agroquímicas.
- Conocimientos de las ciencias básicas (matemáticas, física, química)
- Conocimientos de agroclimatología
- Conocimientos de Sistemas de Producción Agrícola tradicionales

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Generalidades de la Agricultura Protegida	Importancia Estadísticas de producción Principales zonas productoras
2	Niveles tecnológicos de la protección de cultivos	Malla flotante Microtúnel Túnel Casa sombra Bioespacio Invernaderos (baja, mediana y alta tecnología)
3	Manejo de las condiciones ambientales de cultivos protegidos de importancia económica	Temperatura Humedad relativa Radiación solar Fertirriego Aplicación de la inteligencia artificial en el manejo de cultivos protegidos
4	Nutrición de cultivos y Fertirrigación	Necesidades nutricionales de cultivos protegidos

		<p>Interpretación de análisis fisicoquímico de agua, suelo y sustrato</p> <p>Formulación y preparación de soluciones nutritivas</p> <p>Sistemas de fertirriego</p> <p>Análisis e interpretación del estatus nutricional de la planta en relación al medio del cultivo y drenaje.</p>
5	Sistemas de cultivo sin suelo	<p>NFT (Técnica del flujo laminar de nutrientes)</p> <p>NGS (Nuevo sistema de cultivo)</p> <p>FRT (Tanques profundos con mesa flotante)</p> <p>Aeroponia</p> <p>Cultivo en sustrato: turba, fibra de coco, arena, lana de roca, sustratos alternativos (tierra de monte, pulpa de café, bagazo de maguey, cascarilla de arroz, etc)</p>
6	Manejo integral fitosanitario de los cultivos protegidos	<p>Desinfección de medios de cultivo</p> <p>Control biológico de plaga</p> <p>Biofumigación</p> <p>Insolación</p> <p>Cultivares tolerantes a enfermedades</p> <p>Portainjertos tolerantes a enfermedades</p> <p>Ventilación forzada (en la entrada)</p> <p>Control mecánico</p> <p>Enfermedades</p> <p>Malezas</p> <p>Pérdidas económicas ocasionadas por plagas y enfermedades</p>
7	Inocuidad alimentaria y postcosecha	<p>Conceptos: inocuidad, buenas prácticas agrícolas</p> <p>Sanidad en instalaciones y en el personal</p> <p>Manejo sanitario de productos y residuos</p> <p>Normatividad y certificación: Certificación SENASICA Regulación NOM y CODEX</p> <p>Sistemas de cosecha, clasificación y empaque</p>

		Tecnología de postcosecha para la comercialización del producto

7. Actividades de aprendizaje de los temas

UNIDAD 1. Generalidades de la Agricultura Protegida	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Argumenta el impacto de la agricultura protegida como alternativa de producción ante el cambio climático.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Compara información estadística de agricultura protegida a nivel nacional e internacional</p> <p>Explica las ventajas económicas, políticas, sociales y ambientales de la agricultura protegida y la agricultura tradicional</p> <p>Debate el impacto del cambio climático en la propuesta de agricultura protegida</p>	<p>Diseña un Mapa conceptual de conceptos básicos de agricultura protegida</p> <p>Realiza un Cuadro comparativo de estadísticas de producción</p> <p>Elabora un ensayo sobre el estatus de la agricultura protegida en México.</p> <p>Realiza una línea del tiempo de la evolución de la agricultura protegida en México, en comparación con la agricultura convencional</p>
UNIDAD 2. Niveles tecnológicos de la protección de cultivos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Justifica que la tecnología aplicada a la agricultura protegida, optimiza la producción a través del uso eficiente de los recursos para responder a las necesidades de los mercados</p> <p>Genéricas:</p>	<p>Diseñar Prototipos a escala de las diferentes tecnologías aplicadas a la agricultura protegida</p> <p>Realizar Visita a empresa a unidades de producción que utilizan Tecnología para Agricultura protegida</p>

<p>Evalúa las bases tecnológicas de los sistemas de agricultura protegida</p> <p>Compara las ventajas y desventajas de los sistemas tecnológicos de agricultura protegida Vs agricultura convencional</p> <p>Identifica los componentes tecnológicos de los sistemas utilizados para agricultura protegida</p> <p>Establece criterios de elección de la tecnología apropiada a las condiciones de la región</p>	<p>Elaborar un proyecto de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) de Tecnología aplicada a la agricultura protegida</p>
<p>UNIDAD 3. Manejo de las condiciones ambientales de cultivos protegidos de importancia económica</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <p>Analiza los factores y elementos climáticos para recrear las condiciones más apropiadas para el crecimiento y desarrollo de los cultivos protegidos en situaciones ideales</p> <p>Genéricas:</p> <p>Comprueba la influencia de los factores Climáticos en la producción en agricultura protegida</p> <p>Identifica los elementos y factores climáticos para su aplicación en sistemas protegidos</p> <p>Detecta las bases para establecer un ambiente controlado</p>	<p>Lleva a cabo Visita a empresa a Bioespacio, casa sobra e Invernaderos para comparar parámetros climáticos</p> <p>Realiza investigación documental sobre el efecto de factores climáticos en el crecimiento y rendimiento de cultivos protegidos</p> <p>Realiza estudio de casos del impacto del cambio climático en la producción de cultivos protegidos</p>

UNIDAD 4. Nutrición de cultivos y Fertiirrigación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Diseña estrategias para mejorar el proceso de aporte de nutrientes y fertirrigación para obtener el mayor rendimiento posible del cultivo en condiciones protegidas</p> <p>Genéricas:</p> <p>Integra conceptos básicos de nutrición vegetal para su aplicación en sistemas de cultivo sin suelo</p> <p>Formula soluciones nutritivas adecuadas a cada cultivo</p> <p>Implementa estrategias para el uso adecuado del agua y sistemas de fertirriego</p>	<p>Realiza un Mapa conceptual de sistemas de cultivo sin suelo</p> <p>Desarrolla un Ensayo de la importancia de la nutrición en la agricultura protegida</p> <p>Realiza un Cuadro comparativo de la función de nutrientes en la planta</p> <p>Realiza cálculos para soluciones nutritivas</p> <p>Interpreta análisis de agua y sustratos para la toma de decisiones</p>
UNIDAD 5. Sistemas de cultivo sin suelo	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Diseña técnicas de cultivo innovadoras para hacer eficiente el uso de agua y los nutrientes con la finalidad de obtener un mejor rendimiento y calidad del producto</p> <p>Genéricas:</p>	<p>Realiza Diseño de prototipos de uso eficiente de agua</p> <p>Desarrolla Ensayo de las innovaciones en rendimiento y calidad de un cultivo sin suelo</p>

<p>Integra conceptos básicos de nutrición vegetal para su aplicación en sistemas de cultivo sin suelo</p> <p>Diseña técnicas de cultivo sin suelo acordes a la infraestructura de la región.</p> <p>Evalúa aspectos técnicos, económicos y sustentables de sustratos</p> <p>Diferencia los sustratos a utilizar en la tecnología de agricultura protegida</p>	<p>Diseña Mapa semántico del establecimiento de un cultivo sin suelo</p> <p>Realiza Mapa cognitivo del diseño de técnicas de cultivo sin suelo</p>
<p>UNIDAD 6. Manejo integral fitosanitario de los cultivos protegidos</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <p>Argumenta que el MIP , enfermedades y malezas en agricultura protegida asegura consecuencias económicas, ecológicas y sociales sostenibles</p> <p>Genéricas:</p> <p>Evaluar el impacto de la aplicación del manejo integral fitosanitario de cultivos protegidos</p> <p>Identifica las enfermedades en precosecha y postcosecha en el sistema de agricultura protegida</p>	<p>Realiza un Ensayo del impacto del manejo integral fitosanitario de cultivos protegidos</p> <p>Cuadro comparativo de las enfermedades en precosecha y postcosecha en el sistema de agricultura protegida y agricultura convencional</p> <p>Realiza mapa cognitivo para organizar las características del MIP</p> <p>Realiza mapa cognitivo de secuencias para representar el manejo integral fitosanitario de cultivos protegidos</p>
<p>UNIDAD 7. Inocuidad alimentaria y postcosecha</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>

<p>Específica(s):</p> <p>Comprueba que las condiciones y medidas durante la producción, almacenamiento y distribución de los productos de cultivos protegidos, no representan un riesgo para la salud</p> <p>Genéricas:</p> <p>Evalúa riesgos durante la producción del cultivo</p> <p>Identifica los residuos contaminantes para un manejo adecuado</p> <p>Evalúa una bitácora de seguimiento de uso de pesticidas y nutrientes</p> <p>Establece un programa de limpieza y desinfección de instalaciones</p> <p>Diseña estrategias para el manejo del producto después de la cosecha</p>	<p>Debate del tema de regulación de CODEX y NOM-MX</p> <p>Realiza un ensayo del tema de Buenas prácticas agrícolas</p> <p>Elabora una bitácora para el registro del control fitosanitario en agricultura protegida</p> <p>Diseña diagramas de flujo de manejo postcosecha de productos de importancia económica</p> <p>Desarrolla matriz de clasificación de las condiciones y medidas de producción, almacenamiento y distribución de los productos cosechados</p>
---	---

8. Práctica(s)

1. Mediante la aplicación de Google Earth se ubicarán las principales zonas productoras de invernaderos en el Mundo, México y Oaxaca.
2. Práctica de caracterización de sistemas de producción intensivos en bioespacios e invernaderos con mediana tecnología ubicados en Santo Domingo, Barrio Bajo Etna y San Pablo Güilá, Tlacolula respectivamente.
3. Seguimiento y análisis de los factores ambientales (temperatura, radiación solar, humedad relativa) en un invernadero del Módulo de Horticultura Protegida del ITVO.

4. Preparación de soluciones nutritivas para un cultivo de lechuga, análisis en laboratorio de las mismas e interpretación de resultados.
5. Diseño e instalación de sistemas de cultivo sin suelo NGS y FRT para un cultivo de fresa.
6. Manejo integral fitosanitario de cultivos protegidos.
7. Manejo postcosecha de hortalizas cosechadas en invernadero
8. Determinación de la calidad postcosecha (textura, color, sólidos solubles y acidez) de frutas y hortalizas cultivadas en invernadero.

9. Proyecto de asignatura

PROYECTO:

Aprendizaje Basado en Problemas

“Es un problema que, diseñado por el profesor, el estudiante ha de resolver para desarrollar determinadas competencias previamente definidas”.

- El alumno aprende mejor cuando experimenta, ensaya o indaga sobre diversos fenómenos y actividades complejas del mundo real.
- Se plantean preguntas que requieren del esfuerzo intelectual del estudiante y no de la mera repetición de una rutina aprendida, donde ellos deben identificar, encontrar y utilizar los recursos necesarios.
- Los problemas con cierta dificultad se resuelven mejor en colaboración con otras personas, el estudiante argumenta sus puntos de vista o soluciones y las debate con otros.
- Es un método de trabajo activo, centrado en el estudiante, donde el profesor es un facilitador

Etapas del Aprendizaje Basado en Problemas

1. El profesor presenta una situación problema, previamente seleccionada o elaborada para favorecer determinadas competencias en el estudiante, establece las condiciones de trabajo y forma pequeños grupos (6 a 8 miembros), asignando roles de coordinador, gestor de tiempos, moderador, etc.
2. Los estudiantes identifican sus necesidades de aprendizaje (lo que no saben para responder al problema).
3. Los estudiantes incorporan información, complementan sus conocimientos y habilidades previos, reelaboran sus propias ideas, etc.

4. Los estudiantes resuelven el problema y aportan una solución que presentan al profesor y al resto de los compañeros de la clase, dicha solución se discute identificándose nuevos problemas y se repite el ciclo

Competencias a desarrollar en el estudiante

- Resolución de problemas.
- Toma de decisiones.
- Trabajo en equipo.
- Comunicación: argumentación y presentación de información.
- Actitudes y valores: sistemático, organización, precisión, revisión, tolerancia, analítico, respeto, responsabilidad y honestidad.

Estrategias de aprendizaje y tareas del alumno

- Leer y analizar el escenario o situación problema.
- Identificar los objetivos de aprendizaje.
- Reconocer lo que sabe y lo que no con relación al problema.
- Elaborar una representación que le permita comprender el problema.
- Realizar una primera aproximación a la solución del problema, en forma de hipótesis de trabajo.
- Elaborar un esquema de trabajo para abordar el problema.
- Recopilar información sobre el problema.
- Analizar la información recolectada.
- Plantearse los resultados y examinar su capacidad para responder al problema planteado.
- Desarrollar procesos de retroalimentación que le lleven a considerar nuevas hipótesis y pruebas de contraste.
- Autocontrol sobre su propio trabajo y el progreso del grupo en la solución del problema.

Formas de Evaluación

1. El seguimiento del trabajo del grupo y de la participación de sus integrantes, apoyado en el uso de procedimientos de observación y registro sistemáticos: listas de comprobación, escalas de estimación, entrevistas, diario del profesor, etc.
2. El análisis del producto final generado por el grupo en forma de memoria o informe en el que se incluyen hipótesis de trabajo, diseño de investigación seguido, resultados cuantitativos o cualitativos alcanzados, conclusiones y discusión.
3. La valoración de la exposición que realiza el grupo sobre los aspectos fundamentales del trabajo realizado y las respuestas que ofrecen sus integrantes a preguntas del profesor o de los alumnos

10. Evaluación por competencias

Se utilizará la normativa para el proceso de evaluación y acreditación de las asignaturas que integran los planes de estudio de nivel licenciatura para la formación y desarrollo de competencias profesionales de las Instituciones adscritas al TecNM, establecida en el Manual de Lineamientos Académico-Administrativos del Tecnológico Nacional de México; capítulo 5. Lineamiento para el proceso de evaluación y acreditación de asignaturas.

Se proponen los siguientes instrumentos de evaluación, para su aplicación en las actividades de la asignatura:

- Lista de cotejo
- Guía de puntaje para cuadro comparativo
- Lista de observación para visitas a empresas
- Rúbrica aplicada a la evaluación de proyectos
- Informe de visita a empresa
- Lista de verificación para estudio de caso
- Rúbrica para investigación documental
- Lista de observación aplicada a la interpretación de análisis
- Guía de puntaje aplicado a mapa cognitivo
- Evaluación de conocimientos

11. Fuentes de información

Alejandro Moreno Reséndez , Juanita Aguilar Durón y Armando Luévano González. 2011. Características de la agricultura protegida y su entorno en México. Revista Mexicana de Agronegocios. Año XV. Vol. 29 763-774.
<https://www.redalyc.org/pdf/141/14119052014.pdf>

Bastida T.A. 2017. Evolución y Situación Actual de la Agricultura Protegida en Mexico.Sexto Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas. Pp. 281-294

Cadahía L.C. 2005. Fertirrigación. Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. Editorial Mundi-Prensa. España. 681 p.
<https://hopelchen.tecnm.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r126349.PDF>

Hernán Octavio Sarmiento y Oscar Fabián Solano Rojas. 2006. Diseño y simulación del control climático para un invernadero y base de datos de registro. Tesis. 131 p.

Lawrence Pratt y Juan Manuel Ortega; editores, Enrique Nieto, Isabelle Braly-Cartillier. 2019. Agricultura protegida en México: elaboración de la metodología para el primer bono de verde agrícola certificado (Nota técnica del BID ; 1668). 57 p.

Miguel Urrestarazu Gavilán. 2015. Manual práctico del cultivo sin suelo e hidroponía. Editorial MundiPrensa. 241 p.

Porfirio Juárez López , Rubén Bugarín Montoya , Rogelio Castro Brindis, Ana Luisa Sánchez-Monteón, Elia Cruz-Crespo , Cecilia Rocío Juárez Rosete, Gelacio Alejo Santiago, Rosendo Balois Morales. Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. Revista Fuente. Año 3. No. 8. 1-26.

https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1079&context=ing_automatizacion

William Rolando Miranda-Zamora. Diana Lastenia Espinoza Valdivieso. Leandro Alonso Vallejos More. Manuel Jesús Sánchez Chero. Abraham Guillermo Ygnacio Santa Cruz. 2021. Manejo postcosecha de frutas y hortalizas. Savez Editorial. 351 p.

<https://savezeditorial.com/index.php/savez/article/view/2/3>